Kolberg W. Notice sur le projet d'un pont permanent

# NOTICE

## SUR LE PROJET

# D'UN PONT PERMANENT

## SUR LA VISTULE

## PRÈS DE VARSOVIE.

par

GUILLAUME de KOLBERG.
Ingénieur, Membre du Conseil des travaux publics
près de la Commission de l'Intérieur.



VARSOVIE.
**Imprimerie de Ch. Kowalewski, rue Królewska N. 1065.**

1858.

Z księg. p. Jad. Wernerowej



# NOTICE

## SUR LE PROJET

# D'UN PONT PERMANENT

## SUR LA VISTULE

## PRÈS DE VARSOVIE.

par

GUILLAUME de KOLBERG.
Ingénieur, Membre du Conseil des travaux publics
près de la Commission de l'Intérieur.

Obl. niek.
J. R.



VARSOVIE.

**Imprimerie de Ch. Kowalewski, rue Królewska N. 1065.**

1858.

Wolno drukować.—*Warszawa dnia 19 Kwietnia (1 Maja) 1858 roku.*

Starszy Cenzor, F. M. Sobieszczański.

Après avoir, l'année passée, spécialement étudié sur les lieux différentes constructions en fer, et notamment les ponts en Suisse, à Cologne et à Dirschau, j'ai conçu la pensée de faire le projet d'un pont sur la Vistule à Varsovie, qui pût répondre à tous les besoins de notre localité, et je me suis efforcé de résoudre les difficultés d'après les méthodes techniques, qui ont déjà reçu la sanction de l'expérience.

Ce n'est qu'un avant-projet et quelques notions que je présente; le projet définitif d'un ouvrage aussi considérable, demandant des recherches, du temps et des moyens, que je n'ai pas eus à ma disposition. L'idée de conduire le chemin de fer dans l'intérieur de la construction et de mettre la voie carrossable sur le haut, en pourrait être le principal mérite.

Si mon projet devait ne pas être exécuté, je serais heureux de voir cette disposition reproduite dans celui qui recevrait l'approbation.

*Varsovie ce 9 Mars 1857.*

La construction d'un pont permanent sur la Vistule près de Varsovie présente certainement des difficultés. Elles ne sont pas cependant de telle nature, qu'on soit absolument obligé de chercher des méthodes jusqu'ici inconnues ou nouvelles, pour les résoudre.

Les méthodes employées depuis longtemps dans les constructions hydrauliques et consacrées par la pratique, suffisent parfaitement. Elles présentent en outre la certitude de durée indispensable à des travaux de ce genre.

Il s'agit seulement de choisir un mode de construction qui réponde, et aux exigences, et aux conditions locales. Dans ce choix la connaissance parfaite de ces mêmes conditions et de ces besoins doit nécessairement servir de guide.

Pour une ville aussi peuplée que Varsovie, qui tire des contrées au de là du fleuve, la plus grande partie des denrées, du combustible, etc. il est de première nécessité que la communication entre les deux rives soit assurée sans risque d'interruption. Il faut aussi avoir en vue la jonction du chemin de fer de Varsovie à Vienne avec celui de St. Pétersbourg. — Voudrait-on bâtir deux ponts? un pour le chemin de fer, l'autre pour la communication ordinaire? — Nous croyons qu'on pourrait très-bien satisfaire à ces deux conditions par un seul, et de cette manière épargner plus d'un million de roubles, qui serait bien employé en canaux, pavage etc. dont la ville a le plus grand besoin. Si donc un même pont doit desservir le chemin de fer et la route ordinaire, *il est indispensable de combiner ces deux voies de communication de manière à ce que la seconde soit toujours libre et ouverte.*

## Emplacement.

L'emplacement le plus convenable pour un pont permanent près de Varsovie, serait à la suite de la descente, construite dans ce but, près du château.

Cet emplacement présente plusieurs avantages:

*a)* le pont s'y trouve au centre de la ville et au centre du faubourg de Praga,

*b)* l'arrivée y est déjà établie,

*c)* de ce point le chemin de fer peut facilement communiquer avec la gare de Varsovie, en suivant la rive de la Vistule, où, dans un avenir prochain, on pourrait établir les depôts de commerce et les docks dont nous parlerons plus loin.

## Notions générales.

L'ouverture du pont projeté correspond au profil des grandes eaux. Il a six travées de 275 pieds chacune, =1650 pieds, et cinq piles de 25 pieds d'épaisseur. La longueur totale entre les fronts de culées est donc de 1775 pieds. La culée de gauche se trouve sur l'alignement du quai commencé anciennement.

L'élévation du pont est suffisante pour ne point gêner la navigation, même pendant les crues les plus grandes, se trouvant de 11 pieds au-dessus de la plus haute eau, et 35 pieds au dessus de l'étiage.

Les dimensions des piles du milieu, répondent au poids du tablier et à l'action de la pression transversale des glaces, en outre les avant-becs de ces piles sont disposés en pente pour servir de brise-glaces.

L'emploi du fer dans les constructions, qui se généralise de plus en plus, a donné lieu à une multitude de recherches qui aujourd'hui forment, dans l'art des constructions, une section à part, basée sur des calculs très-exacts, vérifiés par des expériences éxécutées avec toute la rigueur possible.

Nous proposons donc pour la jonction des piles la construction la plus sûre, expérimentée dans les ponts de plus grande dimension, comme à Cologne sur le Rhin et à Dirschau sur la Vistule; c'est à dire, une construction composée de pièces en fer battu et en fer laminé, rassemblées par des rivets employés à chaud.

La disposition du pont est telle que les locomotives passent par l'intérieur, en bas de la construction, tandis que la voie carrossable établie en haut se trouve libre. Au niveau



de cette voie, sont de larges trottoirs avec des places de repos destinées aux piétons sur les piliers. Par cette disposition, (la plus avantageuse eu égard à la localité) le pont de Varsovie est tout à fait diffèrent des deux ponts mentionnés plus haut. On verra plus loin qu'il l'est encore par le système.

A Cologne il y a deux tubes l'un à coté de l'autre, et au même niveau; dans l'intérieur de l'un se trouve la voie ferrée, dans l'autre la voie destinée aux voitures et aux piétons.

A Dirschau il y a un seul tube, dont le milieu est reservé au chemin de fer, et les deux cotés laissés à la voie carrossable. Par cette disposition, le pont doit être fermé pour tout véhicule, longtemps avant l'arrivée d'un train. Une galerie en dehors du pont, contournant chaque pile, sert aux piètons.

Sans parler de la sensation désagréable occasionnée par le passage dans un tube fermé de tous côtés, on voit bien les inconvénients de ces arrangements.

La position de l'emplacement désigné pour un pont à Varsovie en permettant d'éviter ces inconvénients, offre l'avantage: d'établir la voie ordinaire au dessus de la construction, et de laisser aux passants la jouissance de l'air, du soleil, et de la vue.

Notre projet a celà de commun avec les ponts de Cologne et de Dirschau, que les fermes appuyées au milieu, reposent sur trois supports; car il est demontré par le calcul que c'est la disposition la plus avantageuse quant à la flexion et à la résisitance d'une poutre.

## Construction des piles.

Le poids qui réagit sur les piles est très-grand, à cause de leur petit nombre. Ces piles seront construites sur un fond qui jusqu'à une grande profondeur est composé de sable à gros grains, quelquefois interrompu par de minces couches d'argile. Un pareil fond présente une solidité suffisante dès qu'il est convenablement défendu contre les affouillements et contre l'action des courants d'eau.

Les fondations des piles du pont de Dirschau (œuvre des plus remarquables de Mr Lentze) sont le meilleur modèle qu'on puisse suivre; le lit de la rivière à cet endroit étant le même qu' à Varsovie. Ces piles éxecutées il y a cinq ans se trouvent dans un état qui ne laisse rien à désirer.

Au pont de Dirschau dans la construction des fondations des piles on a observé les règles suivantes.

La base de chaque pile est élargie de dix pieds de chaque coté et repose sur un fond de sable (qui se trouve à 10 pieds sous l'étiage), et sur des pieux distans entre eux de 4 pieds. Le fond sablonneux est retenu dans une enceinte de pieux-jointifs de 1 pied d'épaisseur, qui sont battus jusqu'au refus.

Cette enceinte de pieux-jointifs est défendue des affouillements par un enrochement d'environ mille toises cubes en pierre de granit, cubants de 1 à 3 pieds.

Les culées défendues de la même manière, contre les affouillements et entourées aussi d'une enceinte de pieux jointifs, descendent de 4 à 6 pieds moins bas que les piles du milieu à cause d'un meilleur fond. Eu égard à l'homogénéité de cette base et à sa grande superficie, qui est de 3,800 pieds carrés, on s'est dispensé d'employer des pieux de fondation.

La base de toutes les piles est faite en béton qui remplit l'espace entre les pieux, se lie intimement avec le fond et durcit dans l'eau; son épaisseur est de 10 pieds.

L'imperméabilite de cette couche de béton et celle des murs minces entourant la base et construits avec les mêmes matériaux, permettent de poser les couches inférieures des piles avec toute l'exactitude nécessaire, sans qu'on soit gêné par l'infiltration.

L'intérieur des piles est construit en briques surcalcinées et en chaux hydraulique; la partie extérieure en tant qu'elle est exposée à l'action de l'eau et des glaces, l'est en pierre de taille. Les fronts des piles et leurs côtés jusqu' à 32 pieds de hauteur sont en granit, et en lave basaltique dans les parties les plus exposées. Les pierres de taille ont jusqu' à 7 pieds de longueur dans la partie inférieure des piles, et 2 pieds dans la partie supérieure.

Dans le projet ci-joint nous acceptons les mêmes règles.

Les fondations doivent être mises à l'abri des déplacements du fond de la rivière causés par les crues. S'il se produisait des affouillements on remédierait à cet inconvenient par la construction d'un radier général en béton, avec enrochement, dont les frais seraient de 195,000 roubles arg.

Les fronts de nos piles sont élevés jusqu' à la hauteur des parois en fer, pour les retenir dans la position voulue.

La plate forme de ces piles sert encore de place de repos pour les piétons.

Sur les culées qui ont 40 pieds de longueur sont bâties des tourelles entre lesquelles se trouve la route carossable et où sont établis les bureaux.

Il est bien entendu qu'avant la mise en œuvre des travaux de construction, on doit éxécuter les sondages avec toute l'exactitude possible pour introduire dans le projet définitif des changemens, s'il y a lieu.

## Constructions des travées.

Avant de décrire les travées que nous proposons, nous dirons quelques mots sur le système. Sans passer en revue les différents ponts en treillage de fer et à grandes ouvertures, nous prendrons seulement comme types les ponts de Dirschau et de Cologne, et nous en ferons l'exposé de manière à être compris de tout le monde.

Une paroi en treillage renforcée en haut et en bas par des poutres en tôle, étant appuyée sur quelques points, ou par ses deux extremités, les deux poutres supportent principalement la charge et le poids propre de la paroi, le treillage ne servant qu'à maintenir les poutres à l'écartement voulu. Or, il faut donner aux poutres et au treillage la résistance et la rigidité nécessaire: par une *combinaison* de pièces conforme à leurs fonctions respectives, et par les *dimensions*.

*La combinaison*, l'arrangement, c'est l'invention, le système; les *dimensions* se trouvent par le calcul.

Prenons les ponts mentionnés comme types de différents systêmes; nous y trouverons les marques caractéristiques suivantes:

*Pont de Dirschau:*

**Poutres en tôle:** à plusieurs couches isolées.

**treillage:** une simple paroi, renforcée par des barres verticales.

*Pont de Cologne* *.

**Poutres en tôle:** à couches assemblées,

**treillage:** parois doubles, réunis par des croix, renforcées par des barres verticales.

---

* Tube principal.

Voilà pour les définitions: — on nous passera les détails.

Nos travées sont des parois en treillage, retenues et renforcées en haut et en bas au moyen de poutres en tôle qui en outre sont reliées par des traverses. Le treillage est renforcé par des châssis en tôle, ce qui fait que l'ensemble offre la solidité nécessaire. Les parois ont chacune 590 pieds de longueur et 25 de hauteur, distantes entre elles de 20 pieds. La jonction supérieure de ces parois est faite (comme dans le pont sur la Nogat) en plaques de tôle jointives qui forment une sorte de toit sur le pont entier et soutiennent en même temps le tablier de la voie ordinaire. On conçoit facilement, dans le cas présent, l'avantage de cette tôiture. La jonction inférieure des parois au moyen des traverses et des entretoises sert aussi à établir les rails du chemin de fer.

De cette manière la circulation ordinaire se trouve sur le haut du pont, tout à fait indépendante des mouvements des trains, qui s'effectuent dans la partie inférieure.

Les trottoirs pour les piétons sont de 5 pieds de largeur et se trouvent à l'extérieur de la route ordinaire.

Chaque ferme construite de cette manière repose par son milieu sur une pile, et appuie ses deux extremités sur les piles voisines.

La disposition et l'usage des parties composant les travées proposées différent des modes de constructions employés dans les autres ponts. Pour établir la comporaison nous revenons sur les définitions (pag. 9), et nous disons:

*Pont de Varsovie*:

**Poutres en tôle**: à couches doubles isolées, dont l'une étendue sur toute la largeur.

**treillage**: simple, renforcé par des châssis en tôle.

*Construction demi-tubulaire.*

Nous croyons inutile de développer ici les raisons et les avantages du mode de construction que nous avons choisie et

qui peut encore être modifié sans sortir de ce systéme, et nous pensons que les détails donnés ci-dessus sont suffisants pour un avant-projet.

L'emploi et les dimensions des pièces doivent être calculés d'après les expériences les plus décisives, pour satisfaire toutes les exigences théoriques et pratiques de ce genre de construction.

---

La ligne du chemin de fer en sortant du tube, aux deux extrémités du pont, suivra une courbe sous la route ordinaire. A cet effet sont projetés deux ponts d'arriveé, en fer, de chacun 100 pieds de longueur, soutenus par des colonnes.

---

Des grues seront établies des deux côtés pour démonter les mâts des bateaux avant leur passage sous le pont. Ce procédé occasionne une perte de temps moindre que s'il fallait ouvrir le pont, ce qui en outre aurait l'inconvénient d'interrompre la communication riveraine.

---

Le chemin de fer qui conduit du pont à la station de Varsovie est tracé sur le plan de la ville. Il suit une direction presque parallèle au bord de la rivière jusqu'à la rue *Solec*, forme une courbe à la rue *Piękna* et rejoint par cette rue et par les champs la Gare du chemin de fer. Ce chemin pourrait aussi côtoyer les hauteurs de la ville et passer entre les rues *Piękna* et *Wilcza*. La différence d'élévation entre le pont et les hauteurs de la ville étant de 90 pieds, ce n'est que par le développement de cette ligne, que l'on obtient une pente du chemin de $^1/_{116}$.

Cette direction a aussi cet avantage, qu'elle traverse des rues moins fréquentées qu'une ligne qui suivrait la rue de *Jérusalem*, si toutefois cette ligne, malgré sa pente plus rapide, était possible.

L'idée d'établir des dépôts de marchandises sur les bords de la Vistule a été émise plusieurs fois. Mais la réalisation de cette idée a toujours échoué par la raison que ces bords n'étaient pas suffisament fixés. L'établissement d'un pont permanent amène la nécessite de régler et de fixer les bords de la rivière. Dans ce cas, nul doute, qu'il ne se trouve des entreprenneurs privés prêts à établir des docks à leurs frais. Les besoins du commerce seront pour l'industrie privée un assez grand stimulant. L'emplacement situé en aval des établissements du Moulin à vapeur offre le plus d'avantages pour la construction des docks. Heureusement le tracé du chemin de fer qui va du pont à la station de Varsovie côtoie ce même emplacement.

Les frais de construction du pont s'élèvent d'après le devis général ci-jonit à 1,950,000 roubles argt., et il sera facile de trouver cette somme par actions.

---

Si l'on voulait bâtir un pont pour la communication ordinaire sans égard au chemin de fer, on emploierait le même mode de construction, mais simplifié de beaucoup, et les frais se réduiraient alors à 1,500,000 roubles à peu près.

## Matériaux et main-d'œuvre.

Il n'y a pas de difficulté pour se procurer les matériaux propres à la construction du pont; quoiqu' ils ne se trouvent pas sur le lieu même.

Les granits peuvent être tirés de la Silésie par le chemin de fer de Varsovie, ou de la Gallicie par la Vistule (à peu près 2 roubles ar. le pied cube). La pierre de taille

de bonne qualité abonde sur les bords de la Vistule. (1 rouble le pied cube). Les chaux hydrauliques se rencontrent dans les environs de la ligne du chemin de fer de Varsovie.

Quant aux fers, ils doivent être pris en Angleterre (2 roubles par poud) parce que les usines du pays n'en pourraient pas produire une quantité aussi considerable dans les conditions voulues.

Le travail même de la construction du pont peut être éxécuté à meilleur marché et même avec une plus grande précision par les ouvriers du pays, que par des ouvriers étrangers.

Les ouvriers de nos fabriques ont du reste toujours montré une grande habileté dans ce genre de travail; bien dirigés et surveillés ils ne se permettent pas les négligences, qu'on peut souvent reprocher aux ouvriers étrangers.

## Notice technique.

Pour calculer les dimensions des poutres et du treillage il est nécessaire d'observer la charge maxima sur les deux travées d'une ferme, et aussi la charge maxima d'une seule travée, ce qui nous conduit à trouver les limites entre lesquelles se place le point de retour de la courbe de flexion.

La construction présentant la solidité nécessaire pour les deux cas extrêmes, aura de même la résistance suffisante pour tous les cas intermédiaires.

Le point de retour de la courbe élastique pour le chargement uniforme complet des travées, d'une section identique, est de $^1/_4$ de la longueur; mais dans les tubes en question, le moment de résistance se trouvant à peu près double sur l'appui du milieu, nous aurons un autre point de retour.

Le calcul de la courbe élastique d'une travée composée de différentes dimensions dans les sections transversales et chargée différement, conduit à trouver le point de retour de la courbe élastique à $^1/_8$ de la luongeur.

*Le calcul des moments de flexion* sera fait en commençant par l'extrémité de la travée pour tous les points distans de 4 à 4 pieds; le poids du pied courant de la travée avec charge accidentelle étant de 3,800 à 4,800 livr.

*Le calcul des moments de résistance* doit correspondre à la charge de 10,000 livr. sur le pouce carré, et sera fait pour les poutres et le treillage de 8 à 8 pieds, pour déterminer les dimensions des pièces.

---



# DEVIS GÉNÉRAL

## DES FRAIS DE CONSTRUCTION

### D'UN PONT PERMANENT

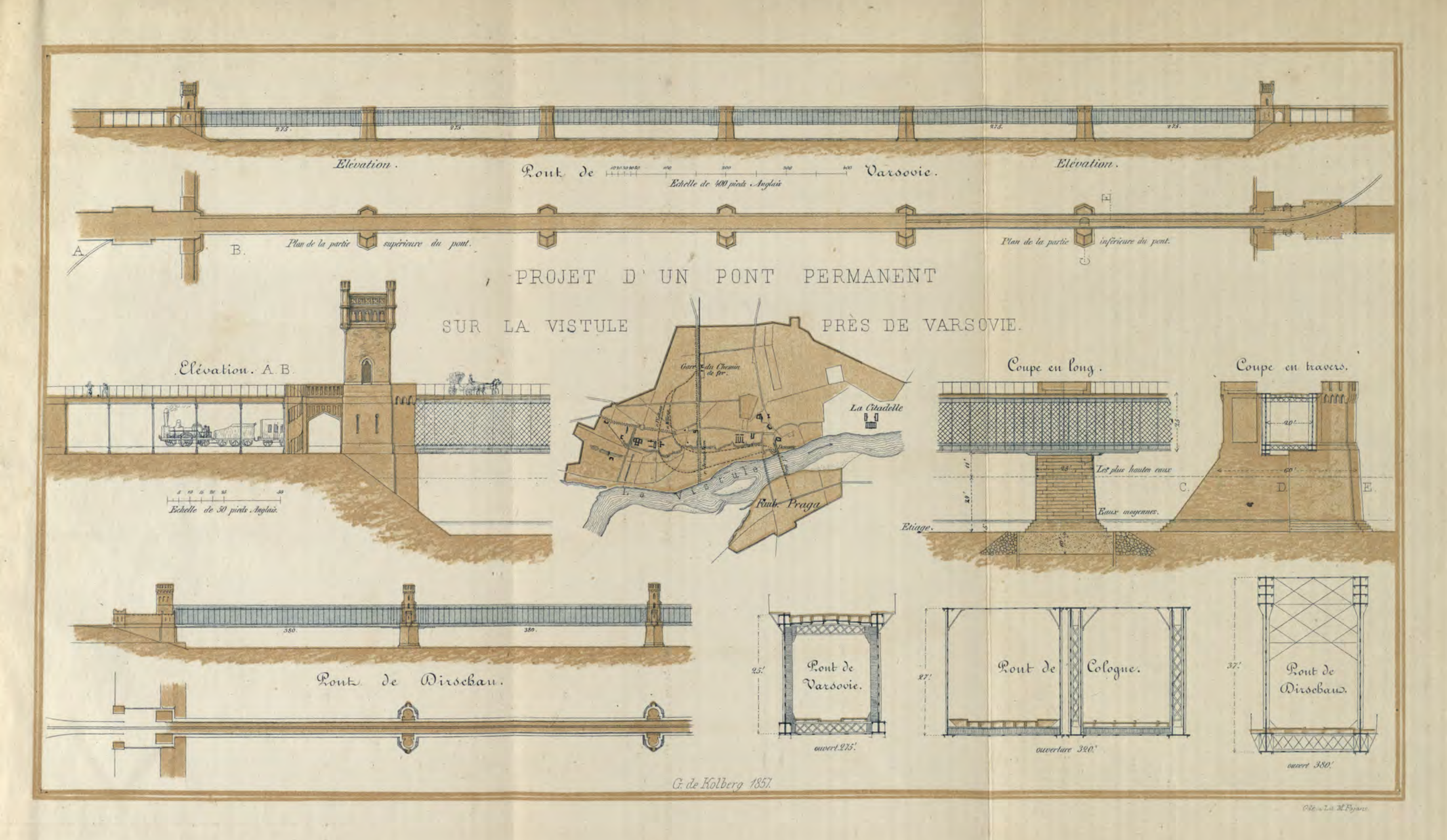
**SUR LA VISTULE PRÈS DE VARSOVIE.**

---

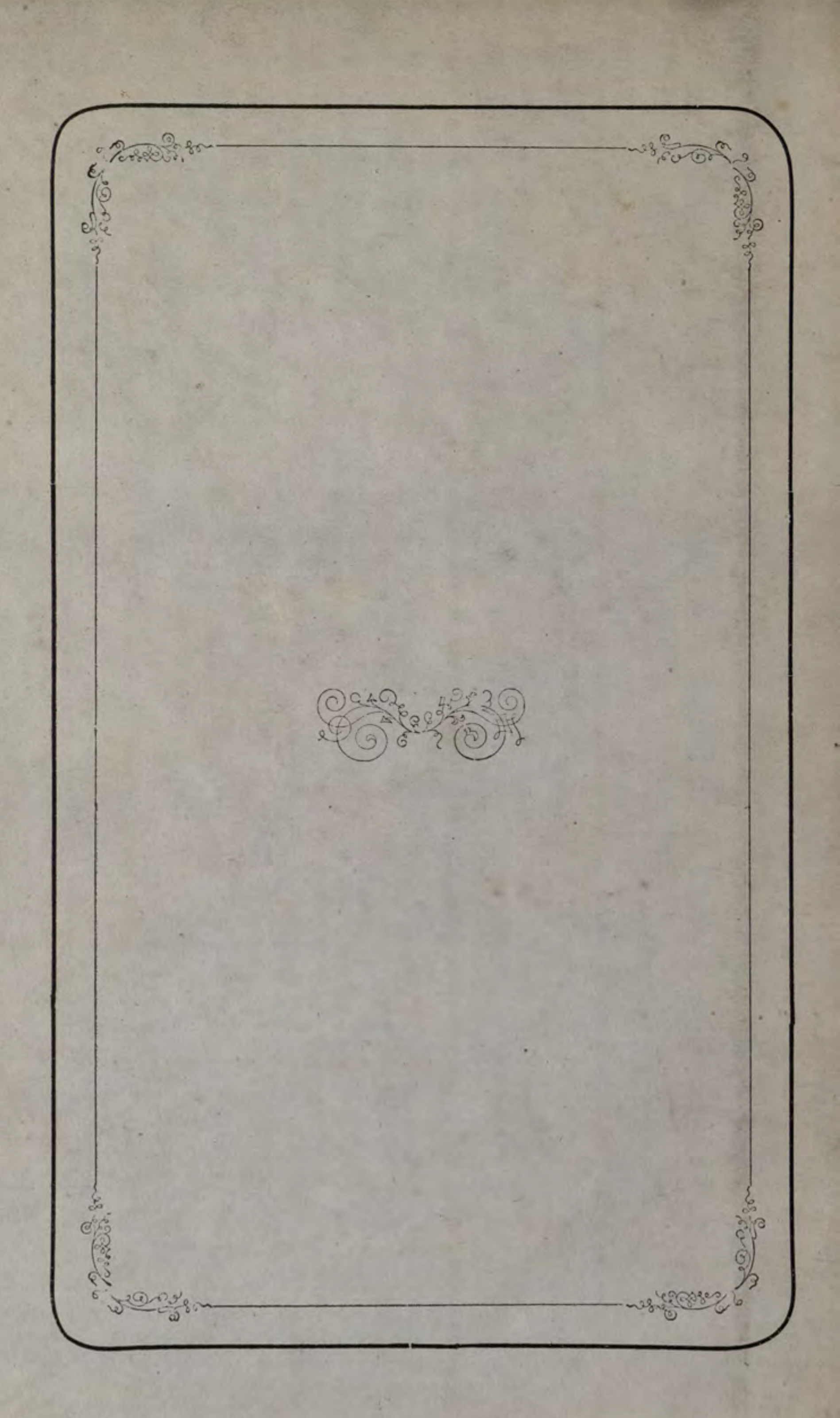
| | | |
|---|---|---|
| **Tit. I.** | *a)* Fondation et construction de 2 culées et de 5 piles; 30,000 pieds cub. de béton, 141,400 p$^{c}$ de granit appareillé, 126,000 p$^{c}$ de pierres de taille, 275,800 p$^{c}$ de mur en briques. Les matériaux et la main d'œuvre ensemble . . . . . . . . . . . r. a. | 722,190 |
| | *b)* Enrochements . . . . . . . . . . . . . . | 70,000 |
| **Tit. II.** | Fermes en fer laminé et ouvré; fer, rivets et mise en place de 9,000,000 livr. (fer anglais, libre d'entrée) . | 900,000 |
| | Fonte ouvrée et mise en place . . | 28,000 |
| **Tit. III.** | Deux ponts d'arrivée . . . . . . . . . | 30,000 |
| **Tit. IV.** | Machines, outils et engins . . . . . . | 100,000 |
| **Tit. V.** | Frais d'administration, de recherches, et frais imprévus . . . . . . | 100,000 |
| | Total roubl. a. | 1,950,190. |

Pour le cas de la nécessité reconnue d'un radier général les frais augmenteraient de 195,000 r. a.

---


Élévation.
Pont de Varsovie.
Echelle de 400 pieds Anglais
Élévation.
A.
B.
Plan de la partie supérieure du pont.
Plan de la partie inférieure du pont.
PROJET D'UN PONT PERMANENT
SUR LA VISTULE PRÈS DE VARSOVIE.
Élévation. A.B.
Echelle de 30 pieds Anglais.
Gare du Chemin de fer.
La Citadelle
La Vistule
Faub. Praga
Coupe en long.
Coupe en travers.
Les plus hautes eaux
Eaux moyennes.
Etiage.
C.
D.
E.
Pont de Dirschau.
Pont de Varsovie.
ouvert 275.
Pont de Cologne.
ouverture 320.
Pont de Dirschau.
ouvert 380.
G. de Kolberg 1857.


Ze zbiorów
Fundacji im. J. J. Michalskich




F
23.060